

СЕКЦІЯ 3
КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
ПРИЛАДІВ

UDC 621.643.03

**TECHNOLOGY OF REPAIRING THE MAIN PIPELINE USING BRAZE-
WELDED COUPLINGS**

Grigoriy S. Tymchik, Oleksandr O. Podolian

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

E-mail: a.podolian@i.ua

During operation, the main pipeline needs to be repaired. During periodic diagnostics of the state of pipelines defects are detected, some of which are unacceptable [1]. The classic method of repairing, that involves the shutdown of the pipeline with subsequent replacement of its defective spots, requires significant financial costs and is associated with a forced outage pipeline and ecological destruction [2].

The purpose of the researches to improve the technology of increasing the strength of spots of high-pressure main pipelines by means of welded couplings filled with molten metal. Strength improvement of the spots of the active pipeline is realized by installing an active main pipeline of brazed-welded couplings [3]. The article suggests a technique for strength improvement of pipeline spots using couplings filled with a molten metal that have a high modulus of elasticity. The operations of formation of under coupling layer with the parameters that provide achievement of the maximum value of the stresses reduction degree in the reinforced pipe are proposed, provide an even load distribution between the wall of the spot of the pipeline being repaired and the coupling shell.

An improved technology for repairing defective spots of the active pipeline has been proposed, designs for front seals have been proposed that facilitate the formation of under coupling layer with optimal parameters [3,4]. The proposed technique makes it possible to increase the efficiency of the strengthening of pipes of small and medium diameters [5].

Keywords: technology, coupling, nondestructive, control, diagnostics, repair, gas pipeline, pipeline, pressure, gas, transit.

References:

- [1] G. S. Tymchyk, O. O. Podolian et al., (2018). “Quality control system of well-bonded coupling fitting onto high pressure gas-main pipelines”, in *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 108085A. DOI: 10.1117/12.2501594.
- [2] A. A. Podolian, “Pipeline link strengthening method using solder-welded joints”, RF Patent 2563945, Sept. 27, 2015.
- [3] I. V. Oryniak et al., “Method for repair of operating pipeline by means of couplings with inner filling”, UA Patent 98440, May 10, 2012.

- [4] A. A. Podolian et al., “Method for reinforcement of a pipeline by means of couplings with inner filling with control of quality of works (variants)”, UA Patent 98601, May 25, 2012.
- [5] A. A. Podolian, “ Pipeline link strengthening method using solder-welded joints ”, UA Patent 110155, Nov. 25, 2015.

UDC 621.9.08

AUTOMATIC SHAFT DIAMETER CALIBRATOR FOR PRODUCTION SYSTEMS

Gregory Tymchik, Volodymyr Skytsiouk, Tatiana Klotchko

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

E-mail: t.klochko@kpi.ua

Actual problems of modern instrument is creation of automated equipment that provides complete technological cycle circuit manufacturing parts machining precision instruments, and in the preparation of precision instruments can be used.

The parameters that most fully characterize final quality of precision instrumentation products, in particular parts of gyroscopic, optical instruments and measuring instruments, are shaping sizes, such as shaft diameters [1, 2], as well as diameters of inner apertures of precision instrument parts.

Results obtained by some of scientists [1, 3, 4, 5] indicates that the problem of measuring the diameter of the shaft practically did not develop in either theoretical or practical aspects for a long time, despite its great need in industry, although a similar problem arose. Development of methods and means of calibration of the diameter of the precision shaft in the manufacture of precision instruments. This is especially true for the creation of automated tools that confirm status of existing commercially available devices.

Analysis of these scientific researches are proved that the methods of obtaining and calibrating sizes on stationary laboratory-type equipment are mainly analyzed, and not directly in production. Devices that can calibrate shaft diameter directly in automatic production mode are virtually absent. In addition, determination of shaft diameter is focused on a one-sided measurement, which can cause significant errors and negative impact on the accuracy of details of type of rotation bodies, which has the consequences of losing accuracy of system or device in which such a shaft is installed. However, studies reflected in their work prove that it is necessary to develop a two-sided measurement type to obtain complete information about object. However, recent copyright work has proven that this is possible. In addition, this capability has an appropriate physical and mathematical foundation based on TONTOR technology [6].

The analysis of these studies proves that basic scientific opinion in determining shaft's diameter is focused on analysis of this phenomenon, on a one-sided measurement, which can make significant errors and negative impact on detail's accuracy of type of bodies of rotation, and this has consequences of loss of accuracy

of system or device in which such shaft is installed. However, studies reflected in their work prove that it is necessary to develop a two-sided measurement type [5] to obtain complete information about object.

The researches carried out by authors over last years [2, 6 - 8] are proved, that in order to perform full quality control of the shafts, such as details of precision measuring instrument, it is necessary to have reliable control over the sizes (diameters) during technological process of part's manufacturing. This is especially true for shafts of different sizes and internal diameters of parts. Defining errors of current size of shaft diameter leads to the inhibition of technological processes and, as a consequence, defects and defects in of parts manufacture.

The purpose of this work is to create basics of action of shaft measuring device in automatic mode as one of structural components of control and measuring complex.

Theoretical studies were conducted regarding determination of shaft diameter, which formed the previous achievements in direction of determining these parameters at the level of concept development, which should be brought to applied research. The basic idea is to create basics of automatic device's operation for measuring the shaft diameters of a component of overall production process. In addition, a micro-drift of part's surface, which can measure the proposed device, will greatly improve precision of manufacture of shaft in automatic mode. It is necessary to provide measurements of such geometrical parameters of shaft formation, as well as micro-drift of workpiece's surface during machining process. This is ensured by subsequent mathematical processing of measured data, which makes it possible to automate process of quality control of workpiece directly during its manufacture or when assembling an device.

The scientific novelty of the proposed work is that all known works are devoted to the improvement of already existing meters of diameter's size of details of the type of shafts or bodies of rotation. The design of these devices is mainly intended for determination of surface parameters by technical means in laboratory conditions, which is extremely inconvenient.

In addition, all enhancements concern not so much the mechanical part as electronic processing of information. devices cannot operate on machining equipment due to their design characteristics (bulky, masses) and complete lack of automation. This results in a loss of workpiece accuracy and an increased amount of workpiece culling as they control either only final machining result or size finishes can result in loss of the required workpiece's surface coordinates.

Therefore, the proposed automatic shaft diameter calibrator is ahead of current production systems for automated industrial equipment, as it is fully automated, it will have a new mechanical design and electronic hardware that is different from existing devices.

Keywords: TONTOR technology, measurement of shaft diameters, quality control, machining equipment.

Literature

[1] Siyuan Liu, Qingchang Tan,* and Yachao Zhang. Shaft Diameter Measurement Using

- Structured Light Vision, Sensors (Basel). 2015 Aug; 15(8): 19750–19767. Published online 2015 Aug 12. doi: 10.3390/s150819750
- [2] Т. Р. Ключко, “Модельовання динаміки технологічного процесу для контролю якості токарної обробки деталей типу “вал”, *Резание и инструмент в технологических системах*, № 57, с. 115 – 121, 2000.
- [3] G. Wei, Q. Tan, “Measurement of shaft diameters by machine vision”, *Appl Opt.* 2011 Jul 1;50(19):3246-53. doi: 10.1364/AO.50.003246.
- [4] Q. Song, D. Wu, J. Liu, C. Zhang, J. Huang, “Instrumentation design and precision analysis of the external diameter measurement system based on CCD parallel light projection method”, *Proc. SPIE.* 2008; 7156 doi: 10.1117/12.807067.
- [5] Y. Xu, O. Sasaki, T. Suzuki, “Double-grating interferometer for measurement of cylinder diameters”, *Appl. Opt.* 2004;43:537–541. doi: 10.1364/AO.43.000537
- [6] Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, М. А. Вайнтрауб, Т. Р. Ключко. *Фізичні засади технології ТОНТОР: монографія*. Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2010.
- [7] Volodymyr Skytsiuk, Tatiana Klotchko, Myhailo Bulyk, “Specifics of influence of the chemical composition of abstract object’s presence zone on accuracy of determination of surface’s coordinates”, *Вісник КПІ. Серія Приладобудування*, Вип. 57(1), с. 62-71, 2019.
- [8] В. І. Скицюк, Т. Р. Ключко, “Визначення координати уявно-реальної поверхні межевої панданної зони об’єкта. Частина 1”, *Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*, Вип. 53(1), с. 49-56, 2017.

УДК 621.376

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРАТУРНИХ ДЕМОДУЛЯТОРІВ ПРИ РОЗВ’ЯЗАННІ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ

Матвієнко С. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: s.matvienko@kpi.ua

Розвиток ефективних систем радіозв’язку на основі фазової модуляції спонукав до розробки високоточних високочастотних (ВЧ) трансиверах, які суттєво збільшують можливості точного вимірювання фазового зсуву радіосигналів в широкому діапазоні частот. При розв’язанні технічних задач в енергетиці, при дослідженнях з визначення складу речовин, в точному приладобудуванні та радіонавігації виникає необхідність створення високоточних вимірювальних систем прецизійного вимірювання фазового зсуву радіосигналів [1]. Існуючі ВЧ-трансивери використовують технологію квадратурної модуляції та демодуляції сигналів, а для оптимізації та налагодження характеристик в системах такого типу застосовуються різноманітні математичні моделі та симулятори в різних програмних засобах.

На основі аналізу існуючих систем та приладів можна зробити висновок, що для впровадження таких технологій необхідно збільшити точність вимірювання фазового зсуву радіосигналів, частоти яких лежать у ВЧ та НВЧ (надвисокочастотних) діапазонах. Так, за допомогою зондування сигналом (1-6 ГГц) речовини можна провести точний кількісний вимір об’ємної частки

речовин без руйнівного впливу на матеріал при проведенні його аналізу [2]. Також часто є необхідність у синхронному вимірюванні фази сигналів одночасного з кількох джерел, при використанні таких технологій, як амплітудно-фазове детектування та Beamforming [2]. Так, технологія Beamforming дозволяє здійснювати не тільки вимірювання об'ємної частки речовин, а й визначити місце розташування цієї частки в досліджуваному об'єкті.

На основі досліджень встановлено, що при різних фазових зрушеннях в межах від $-\pi$ до $+\pi$ сигналу запиту, що подається на об'єкт, для зменшення похибки визначення фазового зсуву радіосигналів в об'єкті контролю необхідно визначити з застосуванням усереднення зсуву фази цих сигналів з врахуванням отриманого шляхом попереднього калібрування зсуву фази сигналу запиту.

Ключові слова: квадратурний демодулятор, фазова модуляція, зсуву радіосигналів.

Література

- [1] H. Bohdan, V. Bazhenov, A. Protasov, “Development of a discrete orthogonal method for determining the phase shift between high-frequency radio impulse signals”, *Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS)*, 2017 IEEE, 191-194.
- [2] Ryan Curran, Qui Luu, and Maithil Pachchigar, “RF-to-Bits Solution Offers Precise Phase and Magnitude Data for Material Analysis”, *Analog Dialogue* 48-10, October 2014. *Режим доступу:* <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/rf-to-bits-solution.html>

UDC 621.91.01:681.3.01

TO COMPUTER MODELING OF PROCESSES AND SYSTEMS

Sergii Vysloukh, Oksana Voloshko

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

E-mail: vsp1@ukr.net, voloshko_o@ukr.net

Today, the creation of highly efficient systems and processes in economics, technology, production, ecology is largely related to their research, construction and practical use.

When designing and researching complex systems, they operate not with the objects themselves, but with their models, that is, modeling acts both as an apparatus and as a means by which a project of a complex system is created. In the broad sense, modeling means the process of adequately reflecting the most significant aspects of an object or phenomenon under consideration with the precision required for practical purposes. Thus, modeling can be called a special form of mediation, the basis of which is a formalized approach to the study of a complex system. The theoretical basis of the modeling is the theory of similarity, which means an one-to-one correspondence between two objects, in which the functions of transition from the parameters of one object to the parameters of another object are known, and the mathematical descriptions of these objects can be transformed into identical ones.

Similarity theory gives the opportunity to establish the presence of similarity or allows you to develop a way to obtain it.

That is, modeling is the process of presenting a research object to an adequate (similar) model to it and conducting experiments with the model to obtain information about the research object. When modeling complex systems, the following basic properties that are inherent to them must be considered: the purpose of operation; the integrity and complexity of the constituent elements; uncertainty; adaptability manifested in adjusting to different external actions; universality of mathematical models; controllability of mathematical models, which allows to change parameters during experiments.

Mathematical modeling of complex systems is one of the most universal types of modeling according to which the set of mathematical relations is matched by the physical process and the phenomenon to be simulated [1]. By solving these relationships, you can determine the behavior of an object without creating a physical model, which is often costly and inefficient.

Computer modeling is a method of solving the problems of analyzing or synthesizing a complex system based on the use of its computer model. The essence of computer modeling is to determine quantitative and qualitative results using an existing model.

The computer model of process and system should reflect as fully as possible all the main factors and relationships that characterize real situations, criteria and constraints. In addition, the model should be so universal (to cover the widest possible range of destination objects), and so simple (to facilitate the necessary research with minimal cost).

The computer direction of modeling in science field has been called the computational experiment, which is a research methodology based on the study of a mathematical (informational) model using logic-mathematical algorithms on a computer.

Computer modeling and computing experiment have significant advantages over full-scale experimentation: you do not need to experiment on real physical, economic or other objects, so the cost of different computer experiments is much less than full-scale experiments. The scope of experiments can be chosen arbitrarily at the request of the researcher, with the possibility of conducting multiple experiments with gradual changes in the input data of the task; conducting real experiments is in some cases dangerous or impossible; In the process of constructing mathematical models for the computing experiment and during their study, you can analyze and explain the characteristics of the object. The basis of the computing experiment is based on a triad: model - numerical method (algorithm) of research - program. The experience of solving complex problems shows that the method of mathematical modeling and computing experiment combine the advantages of traditional theoretical and experimental-statistical methods of research.

Most applied problems (engineering, economic, biological, etc.), the result of which must be represented numerically, are reduced to mathematical problems solved by various computational methods.

The sequence of solving such problems can be represented in the following steps: statement of the problem; creation of a mathematical model (formulation of the problem); validation of the model for adequacy; construction of a calculating (computing) model that corresponds to the accepted mathematical model; calculations on the selected computational model at given (known) values of the initial data; analysis of the results obtained.

Computer modeling of processes and systems has been tried on the examples of solving various problems of technological preparation of instrument making, which showed the high efficiency of its application.

Keywords: complex systems, modeling, mathematical modeling, computer modeling, computing experiment.

References:

- [1] С. П. Вислоух, *Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр.* Київ, Україна: НТУУ “КПІ”, 2011.

UDC 621.891:669.018

PROBLEMS OF SURFACE TOPOGRAPHY MEASUREMENT AFTER WEAR PROCESS

¹⁾Andrzej Dzierwa, ²⁾Natalia Stelmakh

¹⁾Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

²⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine

E-mail: adzierwa@prz.edu.pl; n.stelmakh@kpi.ua

Every surface, even though it may appear smooth to the human eye, has some form of texture structure that takes the form of a series of peaks and valleys. Examination under a magnifying instrument will reveal this complex structure of peaks and valleys that vary in height and spacing and make up a surfaces texture. Surface texture has properties that are a result of the way the surface was produced (e.g. cutting tools produce uniform spacing with defined directions whilst grinding produces random spacing) as well as other factors such as crystal structure and paint on the surface. There are a lot of factors affecting uncertainty in surface geometry measurement. They are caused by environment, measuring equipment, measured object, software and measuring method. Machined surface texture changed during a low wear process, when wear is within a limit of original surface topography. Changes of surface during wear could be characterized by surface topography measurement. There are various possibilities of wear measurement and some of them are presented here.

Surface topographies of discs after wear process were analyzed. Wear tests were conducted using a pin-on-disc tester with a ball-on-disc configuration. A steel disc of 40 HRC in hardness was placed in contact with a steel ball with a diameter of 6.35 mm. The hardness of ball was 62 HRC. The disc samples had different surface topographies obtained after various types of machining (grinding, lapping, polishing, milling and vapour blasting). Surface topography after tests were measured using a white light interferometer Talysurf CCI Lite with a vertical resolution of 0.01 nm.

During analysis of surface topography containing wear scar the first action is to remove form. This is important, because improper selection of reference plane can cause substantial error of measurement. For flat surface only levelling (a polynomial of the first degree) can be used. Application of a polynomial of the second degree can cause serious distortion of profile (cross-section) of wear track which can lead to false estimation of disc volumetric wear. It was found that the average errors could be up to 30%. Also presents hole areas calculated by one of the possible methods (hole between the bars) offered by TalyMap 6.0 software. Differences between hole areas varied from 17316 μm^2 to 20316 μm^2 .

Keywords: surfaces texture, surface geometry measurement, surface topography measurement, wear measurement.

УДК 53.084.2

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЦІ ЗОНДІВ НА ЄДИНІЙ ОСНОВІ ДЛЯ АТОМНО-СИЛОВОГО МІКРОСКОПУ

¹⁾ Андрієнко О. І., ¹⁾ Бондаренко М. О., ¹⁾ Бондаренко Ю. Ю., ²⁾ Антонюк В. С.

¹⁾ Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

²⁾ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: maxxiium23@gmail.com, julybo110976@gmail.com; victor.antoniuk@gmail.com

Раніше встановлено [1], що метод АСМ має унікальні властивості в порівнянні з іншими методами мікроскопії, які в першу чергу роблять його невід'ємним та необхідним інструментом сучасного дослідника. Це обумовлює доцільність реалізації на базі АСМ сучасного інструментального мікроскопу, що дозволяє проводити мікро- та нанообробку (мікроскрайбування; наносвердлування, нанолітографію), вводити мікро- та наноін'єкції в біооб'єкти та біореактори, а також проводити синтез наноструктур (вирощування нанотрубок та інших наноструктур; реалізація інструментів типу нановеретено та наноекструзія) [1].

Проте, для кожного окремого дослідження необхідно використовувати спеціальний зонд, який принципово відрізняється від інших і потребує обов'язкової заміни в ході проведення вимірювального експерименту. Таким чином, проблема уніфікації зондів унеможливує повноцінне комплексне дослідження матеріалів при використанні лише одного типу зондів.

Тому, авторами пропонується використання матриці зондів, що створені на єдиній підкладинці і мають принципово різне призначення. Така матриця може створюватися на чипі з п'єзоелектричної кераміки в якій методом комбінованої електронної мікрообробки створюються доменно-дисипативні структури, використання яких дозволяє проводити незалежне керування кожним зондом окремо [2]. Таким чином, використання матриці зондів дозволяють досліджувати широкий спектр властивостей матеріалів у точному приладобудуванні в одному циклі вимірювання.

Ключові слова: атомно-силова мікроскопія, матриця зондів, інструментальний мікроскоп, точне приладобудування

Література

- [1]. В. С. Антонюк, Ю. Ю. Бондаренко, М. О. Бондаренко, С. О. Білокінь та ін., "Перспективи використання методу атомно-силової мікроскопії при комплексному контролі елементів приладів точного приладобудування", *Перспективні технології та прилади*, Вип. 5, с. 5-9, 2014.
- [2] М. О. Бондаренко, "Вивчення умов формування впорядкованих доменно-дисипативних структур в п'єзоелектричній кераміці методом комбінованої електронної мікрообробки", на *II Всеукр. конф. молодих вчених Сучасне матеріалознав.: матер. та технол. СММТ-2011*, Київ, 2011, с. 11.

УДК 621.7.015:539.422.24

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФІНІШНОГО ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Барандич К. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: barandichk@ukr.net

При виготовленні відповідальних деталей машин та механізмів, які працюють в умовах змінних навантаження важливим є забезпечення необхідного значення опору втомі за рахунок формування поверхневого шару відповідної якості. При цьому для деталей типу «вал» після чорнових, напівчистових та чистових операцій токарної обробки застосовують операції шліфування, полірування тощо. Проте в даний час прослідковуються тенденція заміни таких операцій фінішною обробкою поверхонь точінням з використанням інструментів з надтвердих матеріалів [1, 2]. У зв'язку з цим, актуальною є задача наукового обґрунтування технологічного забезпечення необхідних параметрів якості поверхневого шару відповідальних деталей та необхідного значення циклічної довговічності, як основної числової характеристики опору втомі, при такому фінішному обробленні.

Вирішення даної задачі полягає у створенні математичної моделі процесу фінішного токарного оброблення деталей, що працюють в умовах циклічних навантажень, з метою визначення оптимальних режимів їх обробки.

В якості цільової функції математичної моделі запропоновано використання комплексної цільової функції [3], що включає два часткових критерії. Перший представлений у вигляді математичної залежності циклічної довговічності від режимів токарного оброблення та напруження циклу:

$$N(S, V, \sigma) = e^k, \quad (1)$$
$$k = 14.437 + 0.0048V + 13.006S - 13.19\sigma + 0.002VS - 0.002V\sigma - 5.941S\sigma + 0.0000004V^2 + 2.929S^2 + 3.013\sigma^2.$$

де V – швидкість різання, м/хв.; S – подача, мм/об; σ – напруження циклу, ГПа.

Ця залежність отримана шляхом проведення експериментальних досліджень та обробки їх результатів [4] для зразків зі сталі 40Х з використанням різця з різальною пластинкою VBGW 160404T00815SE із кубічного нітриду бору.

Другим частковим критерієм оптимальності є максимальна продуктивність процесу механічного оброблення при чистовому точінні:

$$П(S, V) = \frac{1}{\tau_0} = \frac{\pi DLh}{1000VSt}, \quad (2)$$

де τ_0 – основний час, хв.; D – діаметр оброблюваної поверхні, мм; L – розрахункова довжина оброблення; h – припуск, мм; t – глибина різання, мм.

Тоді, відповідно до методики багатокритеріальної оптимізації [3], комплексна цільова функція, що враховує часткові критерії (1), (2), має такий вигляд:

$$C(S, V, \sigma) = \left(\alpha_1 \cdot \left(\frac{N(S, V, \sigma) - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}} \right) + \alpha_2 \cdot \left(\frac{П(S, V) - П_{\min}}{П_{\max} - П_{\min}} \right) \right) \quad (3)$$

де α_1 і α_2 – коефіцієнти, значення яких є оцінками експертів; N_{\min} , N_{\max} – відповідно мінімальне і максимальне значення циклічної довговічності; ГПа; $П_{\min}$, $П_{\max}$ – відповідно мінімальне і максимальне значення продуктивності, 1/хв.

Оптимальні значення швидкості різання, подачі та напруження в матеріалі деталі, що обумовлюється умовами її експлуатації, визначаються із області допустимих рішень, яка включає обмеження по подачі, швидкості, силі та потужності різання, стійкості інструменту, точності та шорсткості поверхні.

Таким чином, запропоновано математичну модель процесу фінішного токарного оброблення деталей, що включає комплексну цільову функцію з двома частковими критеріями оптимізації: циклічну довговічність деталі та продуктивність оброблення при чистовому точінні, яка дозволяє за методикою багатокритеріальної оптимізації визначити оптимальний режим фінішного токарного оброблення. Використання розрахованих режимів обробки при фінішному токарному обробленні деталей з використанням інструментів з

різальною частиною із кубічного нітриду бора дозволить сформувати поверхневий шар деталі відповідної якості та забезпечити необхідний втомний ресурс при її експлуатації.

Ключові слова: багатокритеріальна оптимізація, фінішне токарне оброблення, циклічна довговічність, продуктивність при чистовому точінні.

Література

- [1] Г. В. Боровский, Б. Е. Пини, Е. А. Хачикян, “Высокопроизводительная прецизионная обработка закаленных сталей малоразмерным инструментом из кубического нитрида бора (КНБ)”, *Известия МГТУ «МАМИ»*, №2(14), т. 2, с. 30-38, 2012.
- [2] V. M. Volkogon, V. S. Antonyuk, “The effect of grafite-like boron nitride to the formation of residual stresses, strength, and performance of materials based on wurtzitic boron bitride”, *Jornal of Superhard Materials*, Vol. 23, No 5, pp.50-53, 2001.
- [3] С. П. Вислоух, *Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр.* Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2011.
- [4] K. S. Barandych, S. P. Vysloukh, V. S. Antonyuk, “Ensuring Fatigue Life of Parts During Finish Turning with Cubic Boron Nitride Tools”, *Journal of Superhard Materials*, Т. 40, №. 3, с. 206-215, 2018.

УДК 620.179.14(088.8)

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА РАХУНОК КОРЕКЦІЇ РОЗМІРІВ ОБРОБКИ

Діордіца І.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: indior@ukr.net

У металообробці існує безліч проблем, зв'язаних з виготовленням окремих деталей для яких важливо не стільки отримати високу точність розміру, скільки довершену геометрію форми. Ця проблема не дає можливості отримати деталі високоточної геометрії. Методи посереднього контролю дозволяють визначити різні ситуації з інструментом і є більш надійними з точки зору контролю сигналів, які надходять з зони різання. Основним недоліком усіх пристроїв контролю є незадовільна швидкодія аналізу стану робочого інструменту. Найголовнішою з них є швидкість отримання інформації про торкання інструменту та деталі. У зв'язку з цим є актуальність розробки надшвидкодійних систем визначення торкання. Робота присвячена вирішенню актуальних проблем пов'язаних з геометричною точністю виготовлення деталей циліндричної форми на токарних верстатах з системами CNC. Досліджується можливість отримання високоточних геометричних форм циліндричного вигляду за допомогою комплексної адаптивної системи процесом металообробки.

В результаті було визначено, що процес торкання є головним формотворчим фактором, який має безпосередній вплив на якість кінцевого

продукту виробництва, а його контроль є важливим фактором підтримки високоякісної технології. В результаті проведеного аналізу створено систему реєстрації торкання, яка дозволяє визначити вимоги до принципів побудови систем датчиків, їх необхідні технічні характеристики та аспекти застосування. Сучасна система торкання повинна мати велику швидкодію. Визначено, що найбільш ефективні системи торкання для контролю процесу механообробки повинні мати наступні інформаційні виходи до CNC технологічного обладнання: якість торкання; торкання; відстань; готовність, що підвищує якість прецизійних технологічних процесів механообробки. Проведені експериментальні дослідження, які підтвердили, що впровадження результатів досліджень у виробництво дає можливість зменшити трудомісткість при обробці деталей від 15% до 25%. На основі комплексу проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено інженерні рекомендації до проектування технологічних процесів на верстатах із ЧПК, що дозволить підвищити точність обробки у разі (в залежності від умов) за рахунок зменшення похибок максимальної обробки контуру, викликані не жорсткістю технологічної системи.

Ключові слова: точність, система, механообробка.

UDC 621.91.01:681.3.01

MODELING PARAMETERS OF THE DETAIL'S SURFACE LAYER

Oksana Voloshko, Sergii Vysloukh,

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

E-mail: voloshko_o@ukr.net, vsp1@ukr.net

The main method for producing parts of devices is their mechanical processing. When machining parts, especially important characteristics are to obtain the required quality of the detail's surface layer and control elastically deformed state at the places of application of cutting forces and the emergence of temperature fields in the processing zone.

The analysis of the scientific literature has made it possible to determine that to control the parameters of the surface layer quality and the values of the elastically deformed state of the detail after its machining, namely the value of residual deformations and stresses is expedient by means of cutting modes by changing the speed, flow and depth of cutting. The main advantage of using these parameters is that they have the greatest influence on the formation of the detail's elastically deformed state, the simplicity of their change by the technologist, which allows to use the already existing technological process by its minimal adjustment.

The purpose of this work is to create a technique for determining the elastic state of a detail using modern computer simulation and numerical analysis systems.

The solution to this issue can be the development of new computational methods based on the use of modern computer simulation and numerical analysis systems,

with appropriate scientific generalization of known theoretical and practical developments in this field. One of these numerical methods is the finite element method (FEM), the application which allows to achieve the desired results with minimal time spent.

The finite element method allows you to divide the workpiece by the required number of elements and to perform separate mathematical calculations at each point. The advantages of this method are that the finite elements are simple elements (straight lines, triangles, rectangles, pyramids, prisms). Thus, by this method it is possible to approximate bodies with complex shapes. Element sizes can also be variable, allowing you to enlarge or reduce grid elements. With FEM, it is easy to consider boundary conditions with breaking surface load, as well as mixed boundary conditions.

The mechanics of stress-deformed body, which is the basis for the implementation of the finite element method for solving the tasks of modelling cutting processes, is based on the following fundamental laws and equations: the law of mass conservation; energy conservation law; the law of conservation of traffic; equilibrium equation; Fourier law of thermal conductivity; equation of the movement-deformation relation; equation of stress and deformation of bodies.

In addition to these fundamental laws, one should point to the strict requirement for continuity of deformations within one body, which is conditioned by the condition of joint deformation [1].

Mathematical representation of patterns of stress fields' formation in the workpiece after machining requires consideration of a significant quantity of factors. The main ones include cutting mode parameters, physic-mechanical and chemical properties of the workpiece, the sequence of detail's processing, tool geometry, tool wear, etc.

Literature [2] provides a rationale for using numerical methods of surface layer quality control. It is proposed to use the finite element method and its capabilities for modelling the cutting process and the ability to work with the required physical values. It also outlines the basic theoretical principles of the finite element method, the mathematical dependencies required to solve tasks related to elastic and plastic deformations, and the formation of residual stresses. Such dependence is known from scientific works

$$\{\varepsilon\} = \{\varepsilon^n\} + \{\varepsilon^m\} + \{\varepsilon^{mn}\},$$

where $\{\varepsilon\}$ – is the vector of total deformation; $\{\varepsilon^n\}$ – vector of elastic deformation; $\{\varepsilon^m\}$ – vector of temperature deformation; $\{\varepsilon^{mn}\}$ – vector of plastic deformation.

The presented relations are implemented in the calculation algorithms of most programs of finite element analysis, for example in FEMAP, in the form of a mathematical description of grid elements [3].

The use of computer analysis methods can reduce the cost of material and labor resources, because the real experiment is replaced by a virtual one, reduce the

duration of technological preparation of production and improve the quality of technological decisions made.

Keywords: machining, details' surface layer, quality parameters, elastically deformed state, finite element method, FEMAP.

References

- [1] Д. В. Криворучко, В. А. Залога, *Моделирование процессов резания методом конечных элементов: методологические основы: монографія*, В. А. Залога, Ред. Сумы, Україна: Университетская книга, 2012.
- [2] А. Н. Болотеин, “Анализ напряжённно-деформированного состояния деталей после механической обработки средствами компьютерного моделирования”, *Вестник РГТУ имени П. А. Соловьёва*, №1(28), с. 54 – 61, 2014.
- [3] O. V. Voloshko, S. P. Vysloukh, “Researching of detail's construction with method of final elemental analysis”, *Перспективні технології та прилади*, червень 2019 р. Луцьк: Луцький НТУ, с. 46-51, 2019.

УДК 621.9:658.512

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ

Філіппова М. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: m.filippova@kpi.ua

В даний час скорочення термінів та покращення якості розроблення технологічних процесів може бути досягнуто шляхом застосування автоматизованих систем проектування, які вимагають формалізації всіх етапів проектування й створення відповідних математичних моделей.

Технологічні процеси механоскладальних робіт характеризуються великою кількістю елементів, складними та різноманітними зв'язками між ними. Традиційні методи аналізу таких об'єктів не дозволяють будувати моделі й описувати такі важливі їх характеристики, як функція, багаторівнева організація та структура загальних властивостей складних об'єктів і процесів. У зв'язку з цим великого значення набуває розроблення математичних моделей, що базуються на системному підході до об'єктів виробництва та технологічних процесів в цілому.

При автоматизації проектування технологічних процесів складання перспективним є напрямок генерації технологічно-раціональних послідовностей формування складальної одиниці (вироби) шляхом автоматизованого синтезу. Для автоматизованого побудови саме технологічного процесу складання необхідна велика кількість початкової інформації, в зв'язку з цим ймовірність введення неправильної інформації висока, та обов'язково призведе до некоректної генерації послідовності складання. Зокрема, для вибору необхідного обладнання та оснащення

необхідна інформація про тип з'єднання деталей, їх розміри й положення деталей в складальних одиницях. Для отримання безлічі альтернатив технологічний-раціональних порядків складання приладів достатньою інформацією є інформація про обмеження рухливості деталей в складальній одиниці, яка задається у вигляді бінарних співвідношень.

З викладеного випливає, що всі основні завдання, пов'язані з технологічним процесом складання необхідно вирішувати автоматизовано. Оскільки обсяг вихідних даних досить великий, тому раціональний автоматизований метод проектування, де за основу береться математична модель об'єкта складання, що дозволяє розширити вихідну інформацію про виріб, скоротити терміни освоєння нових виробів, підвищити ритмічність виробництва та якість планування виробничих процесів в цілому.

Ключові слова: складання, математичне моделювання, модель.

УДК 621.91.534.7

СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ОБЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ

Заєць С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: zss_vp@bigmir.net

При діагностуванні стану будь-якого об'єкта, в тому числі без участі людини, забезпечується сталість певних фізичних параметрів даного об'єкта відносно встановлених показників, що характеризує стан об'єкта, або зміна цих величин відповідно до заданого або прогнозованого закону, на підставі отриманої конкретної інформації про стан об'єкта і навколишнього середовища. Здійснюється це за допомогою автоматизованої системи діагностування (АСД).

Широке застосування верстатів з програмним керуванням і необхідність отримання максимально можливого ефекту від їх використання, робить питання адаптивного керування досить актуальними. Застосування адаптивних систем на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) і багатоопераційних верстатах дозволяє створювати самоналагоджувальні технологічні системи, які забезпечують необхідну точність і продуктивність при обробці нової деталі.

У всіх діагностичних системах, що забезпечують контроль технологічного процесу і обладнання відносно одної або кількох регулюючих величин, важливим є питання систематичного отримання інформації, що характеризує справжній стан процесу і обладнання. Отримана інформація повинна мати комплексний характер і безперервно поступати безпосередньо в процесі виконання операцій [1].

Проектування систем автоматичного діагностування процесу обробки на металорізальних верстатах починається з чіткого визначення завдань, які необхідно вирішити шляхом оснащення верстата системою автоматичного діагностування. В цьому випадку обмовляються ступінь уточнення, очікуване підвищення продуктивності обробки, характер оптимізації процесу, термін окупності системи, техніко-експлуатаційні показники верстата, оснащеного САД, і ряд специфічних вимог, які пред'являються до системи в цілому.

Метод акустичної емісії (АЕ) рекомендується використовувати для контролю промислових об'єктів по наступних схемах, що є, як правило, варіантами поєднання з іншими методами неруйнівного контролю [2].

1. Проводять АЕ контроль об'єкту. У разі виявлення джерел АЕ в місці їх розташування проводять контроль одним з методів неруйнівного контролю, що регламентуються (ПК): ультразвуковим (УЗК), радіаційним, магнітним (МПД), проникаючими речовинами і іншими, передбаченими нормативно-технічними документами. Дану схему рекомендується використовувати при контролі об'єктів, що знаходяться в експлуатації. При цьому скорочується об'єм вживаних методів неруйнівного контролю, оскільки у разі використання методів, що регламентуються, необхідне проведення сканування по всій поверхні (об'єму) контрольованого об'єкту.

2. Проводять контроль одним або декількома методами НК. При виявленні неприпустимих (по нормах методів контролю, що регламентуються) дефектів або при виникненні сумніву в достовірності вживаних методів НК проводять контроль об'єкту з використанням методу АЕ. Остаточне рішення про допуск об'єкту в експлуатацію або ремонті виявлених дефектів приймають за наслідками проведеного АЕ контролю.

3. У разі наявності в об'єкті дефекту, виявленого одним з методів НК, метод АЕ використовують для моніторингу за розвитком цього дефекту. При цьому може бути використаний економний варіант системи контролю, із застосуванням одно каналної або мало каналної конфігурації акустико-емісійної апаратури.

4. Метод АЕ відповідно до вимог нормативно-технічних документів до експлуатації судин, що працюють під тиском, застосовують при пневмо випробувань об'єкту як супроводжуючий метод, що підвищує безпеку проведення випробувань. В цьому випадку метою застосування АЕ контролю служить забезпечення попередження можливості катастрофічного руйнування. Рекомендується використовувати метод АЕ як супроводжуючий метод і при гідро випробувань об'єктів.

5. Метод АЕ може бути використаний для оцінки залишкового ресурсу рішення питання щодо можливості подальшої експлуатації об'єкту. Оцінка ресурсу проводиться з використанням спеціально розробленої методики, узгодженої в установленому порядку. При цьому достовірність результатів залежить від об'єму і якості апріорної інформації про моделі розвитку пошкоджень і стану матеріалу контрольованого об'єкту [2].

Після обробки прийнятих сигналів результати діагностики представляють у вигляді ідентифікованих і класифікованих джерел АЕ.

При ухваленні рішення за наслідками АЕ діагностики використовують дані, які повинні містити відомості про всі джерела АЕ, їх класифікації і відомості щодо джерел АЕ, параметри яких перевищують допустимий рівень. Допустимий рівень джерела АЕ встановлює виконавець при підготовці до АЕ діагностики конкретного об'єкту.

Ключові слова: система діагностики, акустична емісія.

Література

- [1] Ю. М. Соломенцев, В. Г. Митрофанов, С. П. Протопопов, И. М. Рыбкин, *Адаптивное управление технологическими процессами*. Москва, Россия: Машиностроение, 1980 с.
- [2] В. В. Шевченко, С. С. Заєць, О. О. Олінійчук, “Аналіз акустичної емісії в процесах механічної обробки з використанням вейвлет – пакетів”, *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 7 (1229), с. 232-238, 2017.

УДК 621.882.586: 7.022.2

СПЕЦІАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ І ТЕХНОЛОГІЯ КАПІЛЯРНОЇ ФІКСАЦІЇ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Мовчан К. В., Рощенко О. М., Несін В. В.

*Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України, Київ, Україна*

E-mail: kupriano@ukr.net, lx.toto@gmail.com, witnes@ukr.net

В комп'ютерно-інтегрованих маршрутах виготовлення малих партій приладів певні операції виконуються вручну, хоча й можуть бути автоматизованими. Зокрема капілярна фіксація гвинтів емалями (Рис. 1) широко застосовується в електротехніці та приладобудуванні. Дозволяє упередити послаблення різьбових з'єднань.

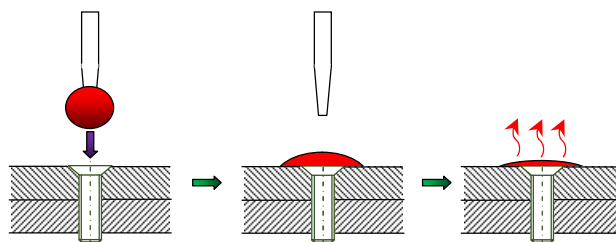


Рис. 1. Послідовність виконання капілярної фіксації різьбового з'єднання

Крім фіксації може бути застосованим пломбування, під яке передбачається конструктивне заглиблення в місцях з'єднання. В разі заглибленого з'єднання неметалевий шпатель з краплею емалі просуваючись отвором може торкнутися до його верхнього краю чи до циліндричної поверхні заглиблення.

Утворюються локальні, непередбачені конструкцією, зони з шаром покриття (Рис. 2).

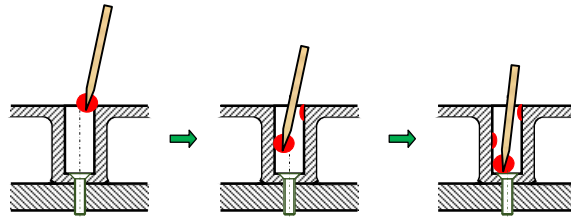


Рис. 2. Схема утворення непередбачених локальних зон з покриттям

Упередити зазначений дефект поверхні можна, застосувавши спеціальний інструмент з буферною або грибоподібною компенсацією діаметра (Рис. 3).

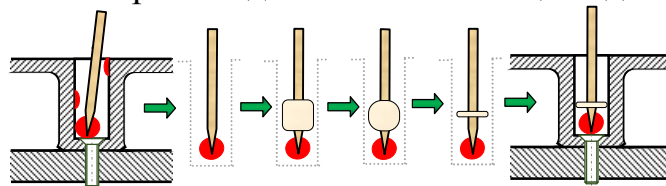


Рис. 3. Схема застосування спеціального шпателя з компенсацією діаметра

Розроблена технологія може бути застосованою для капілярної фіксації з'єднань емалями в заглибленнях зі співвідношенням висоти до діаметра від 1/3.

Ключові слова: технологія приладобудування, фіксація різьби, шпателі.

УДК 004.42

КОМП'ЮТЕРНА-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ДОЗУВАННЯ РІДКІСНИХ ПРОДУКТІВ

¹⁾Защепкіна Н. М., ²⁾Голубев Л. П., ²⁾Суров В. О.

¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна,

²⁾Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна,
E-mail: nanic1604@gmail.com; golubevl@ukr.net; vovasurov28@gmail.com

Операція дозування рідкісних продуктів дуже широко розповсюджена в хімічній, фармакологічній і харчовій промисловості. Тому проблема автоматизації дозування рідинних продуктів сьогодні стоїть особливо гостро.

Для автоматизації процесу дозування рідинних продуктів доцільно використовувати мікропроцесорне управління, яке найбільш підходить для цих процесів та має низку переваг: гнучкість, універсальність і низьку ціну.

Спроектвана мікропроцесорна система дозування рідинних продуктів складається з наступних елементів: мікропроцесорна система Arduino UNO, тензодатчик на 10 кг, блок АЦП NX711, погрузний водяний насос DC 12 В 4,2 Вт продуктивністю 240 л/год. 2-канальний релейний модуль 5В, модуль розширювача інтерфейсу (I2C), РК-дисплей LCD1602, кнопковий блок управління і комутації (рис. 1).

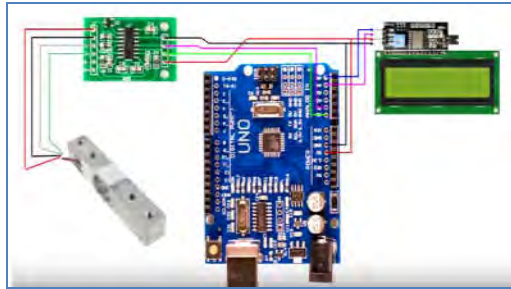


Рис. 1. Схема підключення тензодатчика з блоком АЦП до мікропроцесорної системи Arduino

Основним чутливим елементом системи є тензодатчик з блоком АЦП NX711. Принцип вимірювання ваги за допомогою тензодатчиків заснований на зрівноважуванні маси вантажу, що зважується, з пружною механічною силою тензодатчиків і перетворення цієї сили в електричний сигнал для подальшої обробки. За зміною опору тензорезистора можна обчислити ступінь деформації, яка буде пропорційна силі, яка додається до конструкції.

Алгоритм роботи системи складається з наступних кроків:

1. Операція калібрування системи - кнопка «Reset»;
2. Операція визначення ваги тари - кнопка «Zero»;
3. Установка значення дози рідини (кнопки «Dose+» і «Dose-»);
4. Запуск насоса і подача рідини в тару (кнопка «Pump»). Подача рідини триває до тих пір, поки вага рідини не дорівнюватиме заданому в п. 3.
5. Після виконання операції дозування необхідно замінити заповнену тару на порожню повторити п. 4.

Висновок. До переваг розробленої системи слід віднести невелику ціну, а також – універсальність (можливість роботи з різними рідинами), а після невеликого доопрацювання, і з сипучими продуктами.

Ключові слова: мікропроцесорна система Arduino UNO, тензодатчик, система дозування.

УДК 621.795: 621.3

КОМБІНАЦІЯ СИМВОЛІВ ТА ІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ВИКОНУВАНИХ ПРОЦЕСІВ У ВИРОБАХ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Несін В. В., Білевська О. С, Топчій Н. В., Лазебний В. М.

*Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України, Київ, Україна*

E-mail: witnes@ukr.net, hellena3449@gmail.com, topchiynatalia@gmail.com, rawlik@i.ua

Процеси, що реалізуються в сучасних пристроях, досить різноманітні. Символи для їх відображення розробляються та видозмінюються постійно [1]. Набір таких символів об'єднаний в міжнародному стандарті ISO 7000 [2]. Окремою групою стали ті, що відображають динаміку протікання виконуваних пристроєм операцій. Вони застосовуються в панелях чи моніторах виробів.

Символи, позначені на Рис. 1, показують плинність та результативність різних процесів. Змінні динамічні символи статично можна відобразити однією найбільш інформативною позицією.

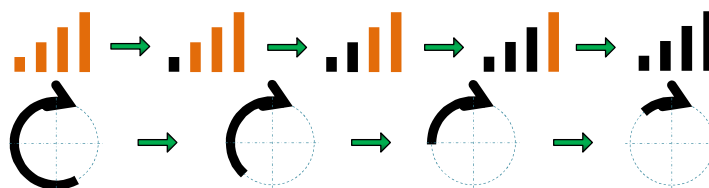


Рис. 1. Динамічна зміна символів «Рівень сигналу» та «Перезапуск»

Обладнання, яке не має в своїй конструкції елементів відображення, може передавати користувачу інформацію про динаміку виконуваних процесів за допомогою нанесених статичних символів та додаткової індикації. В разі реалізації декількох послідовних або паралельних операцій застосовуванним приладом, конкретний процес, позначений символом, доповнюється світловою індикацією (Рис. 2).



Рис. 2. Приклад нанесених символів та індикації виконуваного процесу

Рекомендації, приведені в роботі, можуть бути застосованими в процесі розробки та виготовлення спеціалізованої продукції в приладобудуванні.

Ключові слова: символи для заміни написів, індикація.

Література

- [1] В. В. Несін, «Нестандартні символи для заміни написів в приладобудуванні: розробка, виконання гравіруванням, контроль якості», IX науково-практична конференція студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», Київ, 2016, с. 64.
- [2] ISO 7000 Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis.

УДК 681.2

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ’ЄКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ СТЕРЕОЗОРУ

¹⁾Защепкіна Н. М., ²⁾Голубев Л. П., ²⁾Матяш О. М.

¹⁾Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна,

²⁾Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна,

E-mail: nanic1604@gmail.com; golubevl@ukr.net; matasaleksandr97@gmail.com

Дуже часто в робототехніці, в технологічних процесах на виробництві та в індустрії відеоігор часто виникає завдання за інформацією відео-системи визначити відстань до об’єкта.

Традиційно в якості чутливого елемента в системах визначення відстані до об'єкта використовуються ультразвукові або інфрачервоні датчики. Однак, вони не мають виборчої здатності, а визначають відстань до будь-якого об'єкта що зустрівся. Використовуючи стерео-зір можна не тільки знайти потрібний об'єкт (наприклад заданого кольору), але і визначити відстань до нього.

Тому в якості датчика для визначення відстані до об'єкта була обрана система стерео-зору на базі двох Web-камер Logitech C-170.

Визначення відстані до об'єкта за допомогою стерео-зору ґрунтується на побудові карти глибини по дальності. Карта глибини - це зображення, на якому для кожного пікселя, замість кольору зберігається його відстань до камери.

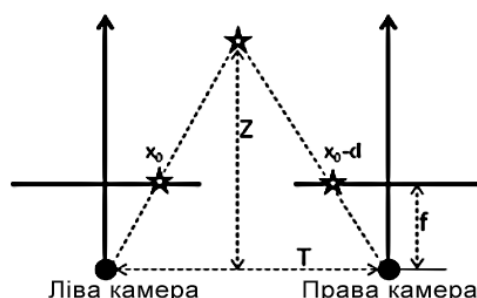


Рис. 2. Система стереозору для визначення відстані

Принцип роботи системи, заснований на побудові карти глибини представлений на рис. 1. Для кожного пікселя картинки з лівої камери з координатами (x_0, y_0) здійснюється пошук відповідного пікселя на зображенні з правої камери. При цьому координати картинки з правої камери будуть відрізнятися від координат з лівої камери на величину зміщення d тобто $(x_0 - d, y_0)$. Пошук відповідного пікселя виконується шляхом обчислення максимуму функції відгуку, в якості якої зазвичай використовують кореляцію околиць пікселів.

Тоді залежність між зміщенням і глибиною пікселів можна виразити наступною формулою:

$$Z = \frac{f \cdot T}{d},$$

де Z – відстань до пікселя; f – фокусна відстань камери; T – відстань між камерами; d – зміщення пікселя.

Висновок. У розробленій комп'ютерно-інтегрованій системі на базі міні комп'ютера OrangePi для визначення відстані використовується вищеописаний метод, заснований на мапі глибини по дальності. За умови якісного виконання операції калібрування камер відео-системи можна досягти високої точності визначення відстані до об'єкта.

Ключові слова: стерео-зір, Web-камера, карта глибини дальності, міні-комп'ютер OrangePi.

УДК 004

ДОДАТКОВИЙ ТЕРМО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАХИСТ БЕЗКОРПУСНИХ ВИРОБІВ У ПРОЦЕСІ СКЛАДАННЯ ТА ФІКСАЦІЇ

Зимовченко В. О., Борисевич В. М., Малахов Г. Б., Несін В. В.

*Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України, м. Київ, Україна*

E-mail: 777235@ukr.net, borisevich.vik@gmail.com, Igerman@ukr.net, witnes@ukr.net

Складені безкорпусні вироби (змонтовані елементи на платах) фіксуються термоусаджувальними матеріалами найчастіше у формі трубок. Матеріал на основі високомолекулярних полімерів має гарні електроізоляційні властивості. Анізотропні властивості трубки з точки зору напрямку усадки дозволяють прогнозовано виконувати монтаж та фіксацію. Цей процес дозволяє, наприклад, проводити ізоляцію оголених ділянок електричних дротів (рис. 1). Усадка відбувається в напрямку зменшення діаметру трубки майже на 50 %. Поздовжня усадка трубки – до 10 %. Осаджування відбувається під дією тепла Q . Носієм тепла є нагріте повітря. Матеріал трубки після термічного осаджування надійно фіксується на виробах із залишковим натягом σ (рис. 1, рис. 2).

Направлена дія тепла призводить до вичерпання запасу термостійкості електричних компонентів. Матеріал плати та пропонована додаткова захисна пластина – сприймають частину надлишкового тепла. Таким чином знижуються витрати запасу термостійкості елементів виробу.

Усадка фіксуючого матеріалу у безкорпусних виробах призводить до дії на крайні елементи такого виробу додаткового моменту сили, що може призвести до їх відриву в місцях пайки.

Введення додаткової текстолітової пластини, що за товщиною і формою повторює контури плати основи виробу і розташовується над змонтованими на ній компонентами [1], дозволяє змінити напрямок дії зусиль стискання (рис. 2).

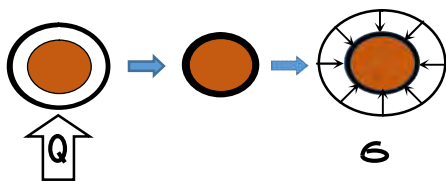


Рис. 1.

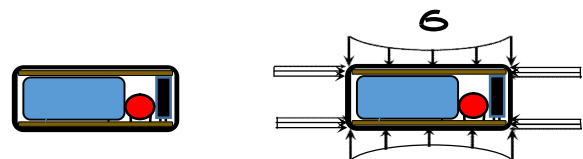


Рис.2.

Сили з радіальних доцентрових за напрямком своєї дії перетворюються на прогнозовані двонаправлені з вертикальною і горизонтальною складовою.

Ключові слова: приладобудування, захист елементів, термомеханічний вплив.

Література

- [1] *Раціоналізаторська пропозиція в ІСТЕ СБУ № 85 «Зміна конструкції додаткового акумулятора серійного виробу “ЖУК”», / В. М. Борисевич, В. О. Зимовченко, Г. Б. Малахів, 201942*

УДК 621.391

АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Шевченко В. В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: shevchenko.vadim.pbf@gmail.com*

Підвищення точності та надійності обробки деталей приладів в умовах автоматизованого виробництва шляхом використання адаптивного керування є дуже актуальною задачею.

Використання адаптивного керування відкриває нові напрямки підвищення якості поверхні деталі, точності обробки, а також зниження собівартості виробництва деталей приладів [1].

Найбільшу ефективність адаптивного керування процесом обробки деталей приладів слід очікувати тоді, коли керування буде засновано на вимірі таких сигналів, які безпосередньо пов'язані з фізико-хімічними явищами, які виникають у зоні різання. До таких сигналів відносяться: змінна складова електрорушійної сили, електромагнітне випромінювання та потужність різання [2].

Використання декількох сигналів, які несуть інформацію про стан ріжучого інструменту, дозволить виключити непередбачені збій у системі керування, а також знизити вірогідність неправильного оцінювання зносу ріжучого інструменту [3].

Розроблена система адаптивного керування складається з пристроїв вимірювання змінної складової електрорушійної сили, електромагнітного випромінювання та потужності різання, блоків аналізу спектру сигналів та формування інтервалів частот, блока пам'яті та блока управління режимами обробки деталі на верстатах з ЧПК.

Використання системи адаптивного керування на верстатах з ЧПК дозволить підвищити точність та надійність обробки, знизити кількість бракованих деталей, що дасть можливість підвищити продуктивність праці та знизити собівартість обробки деталей приладів в умовах автоматизованого виробництва.

Ключові слова: адаптивне керування, електрорушійна сила, потужність різання, точність, продуктивність.

Література

- [1] В. А. Остафьев, Г. С. Тымчик, В. В. Шевченко, *Механизация и автоматизация управления*. Киев, СССР, 1983.
- [2] В. В. Шевченко, І. В. Капінос, Д. О. Грабовський, “Система контролю процесу обробки деталей в умовах «безлюдної технології», *Прогресивні технології та прилади*, червень 2011 р., с. 223-231, 2011.

[3] С. Н. Шарабура, В. В. Шевченко, “Система адаптивного управління процесом обробки деталей на станках с ЧПУ”, *Современные научные исследования и инновации*, Іюнь, 2014. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/34729>

УДК 621

ТОВ «ПРОГРЕСТЕХ-УКРАЇНА» – РЕАЛІЗАЦІЯ СПІВПРАЦІ
РОБОТОДАВЕЦЬ – УНІВЕРСИТЕТ – СТУДЕНТ

¹⁾Гладський М.М., ²⁾Барандич, К.С.

¹⁾ТОВ «Прогрестех-Україна», Київ, Україна

²⁾Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: ukr@progresstech.ua

Прогрестех-Україна є одним з найбільших інженерно-конструкторських центрів України, що надає інженерні послуги провідним світовим виробникам авіатехніки, розробляє програмне забезпечення й проектні рішення для підприємств транспортної та промислової інфраструктури.

Компанія стрімко розвивається навіть в умовах жорсткої глобальної конкуренції та гострої регіональної економічної кризи. Чисельність нашої інженерної команди, яка ще в 2014 році складала 150 осіб, на даний час вже досягла відмітки в 850 осіб. Крім того компанія має наміри продовжити збільшення штату і надалі, так до кінця 2020 року – до близько 1000 осіб.

Таке зростання є закономірною відповіддю на підвищений попит на послуги компанії та загальну високу задоволеність замовників. Так, Прогрестех-Україна удостоєна почесної нагороди Boeing за виняткову ефективність і високу якість робіт – Performance Excellence Award 2017.

Проте на даний час ринок праці України не в змозі задовольняти кадрові потреби компаній, що стрімко нарощують виробничі потужності. Така ситуація є наслідком зменшення промислового виробництва в 90-ті роки, вивільненням великої кількості інженерних кадрів, переповнення ринку праці та різкого зменшення середнього рівня їх заробітної плати. В свою чергу це призвело до зменшення популярності інженерних професій та зменшення державного замовлення на інженерні спеціальності у закладах вищої освіти (ЗВО). Крім того, ситуацію ще більше ускладнило загальне зниження числа абітурієнтів до ЗВО, що частково пояснюється складною демографічною ситуацією в Україні та суттєвим зменшенням кількості випускників загальноосвітніх шкіл [1].

Тому для Прогрестех-Україна ефективним рішенням стала співпраця з провідними технічними вишами України та створення програм дуальної форми здобуття освіти, реалізація яких передбачає безпосередню участь роботодавця в освітньому процесі. Так в січні 2019 року відбувся випуск першої групи магістрів спільної програми дуального навчання КПІ ім. Ігоря Сікорського та компанії Прогрестех-Україна. Учасники програми одночасно з навчанням у

КПІ працюють у Прогрестех-Україна на позиції інженера, поєднуючи навчання в провідному технічному університеті країни з безпосередньою участю в найбільших міжнародних авіабудівних програмах. А в минулому році програму було розширено ще на одну спеціальність. Набір до магістратури дуальної форми навчання здійснюється щорічно. Після завершення навчання випускники продовжують роботу в компанії та отримують доступ до участі вже в більш складних інженерних проектах.

Прогрестех-Україна також є організатором ряду освітніх програм для молодих інженерів. Так, на базі Спільного навчально-наукового центру НТУУ «КПІ»-«Прогрестех-Україна», основною метою створення якого було забезпечення додаткової сучасної підготовки інженерів-механіків в галузі авіабудування починаючи, з 2014 року успішно проводяться курси підготовки до працевлаштування «Основи конструювання авіаційної техніки». Курси є циклічними і проходять двічі на рік – навесні та восени. До групи слухачів курсів можуть долучитися студенти та випускники будь-якого технічного вищу країни. Цент забезпечено необхідною матеріальною базою та сучасним програмним забезпеченням, яке використовується провідними світовими компаніями – виробниками авіаційної техніки. Програма навчання передбачає вивчення передових методів інженерного моделювання та розрахунку авіаційних компонентів і структур з залученням до викладання висококваліфікованих інженерів компанії та фахових викладачів. Випускники курсів отримують помітну перевагу в конкуренції на ринку праці в сфері інтелектуальних послуг та можливість працевлаштування в компанії Прогрестех-Україна. Так, починаючи з першого набору на курси восени 2014 року та включаючи останній випуск восени 2020 року, слухачами курсів стало близько 220 осіб, 70% з яких обійняли посади інженерів з міцності, інженерів-конструкторів планеру літака, систем літака та інженерів-конструкторів з розробки інтер'єрів повітряних суден. Також компанія має окремі навчальні центри в Харкові та Дніпрі, де слухачі мають змогу пройти посилену підготовку з низки важливих для авіаційного інженера дисциплін.

Таким чином, інвестиції компанії Прогрестех-Україна в майбутнє інженерної справи нашої країни сприяють не лише залученню більшої кількості талановитої молоді до отримання фаху інженера, а і до загальної її популяризації та розвитку інженерної галузі в Україні.

Ключові слова: інженерні послуги, інженерна освіта, дуальна магістратура, навчальний центр, працевлаштування.

Література

- [1] М. М. Гладський, К. С. Барандич, А. Р. Фіалковський, О. С. Третьяков, “Дуальна освіта як модель ефективної співпраці роботодавця-університет-студент”, на Міжнар. наук.-техн. конф. *Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта*, Херсон, 2019, с. 383-388.